

# Electrostatic filtration device for gas cleaning

**Patent number:** EP0049454  
**Publication date:** 1982-04-14  
**Inventor:** BURGER MANFRED R  
**Applicant:** BURGER MANFRED R (DE); TRANSBET A G (CH)  
**Classification:**  
 - international: B03C3/14; B03C3/36; B01D46/12  
 - european: B03C3/155; B03C3/36  
**Application number:** EP19810107704 19810928  
**Priority number(s):** DE19803037115 19801001

## Also published as:

ES8206217 (A)  
 EP0049454 (A)  
 EP0049454 (B)

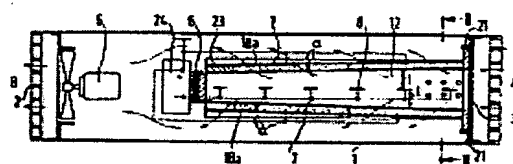
## Cited documents:

US3999964  
 GB892908  
 DE1457264  
 DE1632442

## Abstract of EP0049454

1. Electrostatic filter device for the purification of gases, with - a microporous filter medium which is installed in a filter housing in the gas flow path between the gas inlet and the gas outlet, has at least a small electrical conductivity and which is connected on the gas outflow side to a source pole of a direct-current high-voltage source and is installed into the filter housing in such a way that the gas stream is deflected, - an ionisation device, which is connected to the other source pole of the direct-current high-voltage source, for at least partially ionising the gas before entry into the filter medium, and with - an fan which conveys the gas through the filter housing, characterised in that the distance (I) between the ionisation device (8) and the entry surface of the gas into the filter medium (7) decreases progressively, as viewed from the gas inlet (A) to the gas outlet (B).

FIG. 2



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 049 454**  
**A2**

(12)

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 81107704.9

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 03 C 3/14**  
**B 03 C 3/36**  
**//B01D46/12**

(22) Anmeldetag: 28.09.81

(30) Priorität: 01.10.80 DE 3037115

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
14.04.82 Patentblatt 82/15

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **Burger, Manfred R.**  
**Wolfratshauer Strasse 45j**  
**D-8023 Pullach(DE)**

(71) Anmelder: **TRANSBET A.G.**  
**Bergstrasse 27**  
**CH-8142 Uitikon-Waldegg(CH)**

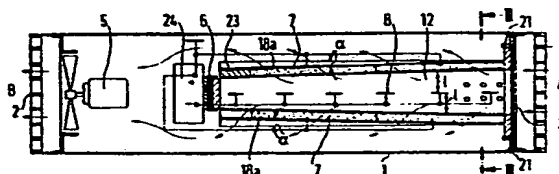
(72) Erfinder: **Burger, Manfred R.**  
**Wolfratshauer Strasse 45j**  
**D-8023 Pullach(DE)**

(74) Vertreter: **Ter Meer-Müller-Steinmeister Patentanwälte**  
**Triftstrasse 4**  
**D-8000 München 22(DE)**

(54) Elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von Gasen.

(57) Die elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von Gasen mit einem in ein Filtergehäuse (1) zwischen einem Gaseinlaß (A) und -auslaß (B) in den Gasströmungsweg eingebauten, wenigstens halbleitenden mikroporösen Filtermedium (7) weist eine Hochspannungsquelle auf, deren einer Quellenpol auf der Gasabströmseite unmittelbar an das Filtermedium angelegt ist und dessen anderer Quellenpol mit einer Ionisierungsvorrichtung (8) zur wenigstens teilweisen Ionisierung des Gases vor Eintritt in das Filtermedium (7) versehen ist. Um eine gleichmäßige Ablagerung der zu entfernenden Schmutzpartikel, Bakterien usw. über die gesamte Fläche des Filtermediums zu erreichen, ist vorgesehen, daß der Abstand (1) zwischen der Ionisierungsvorrichtung (8) und der Eintrittsfläche des Gases in das Filtermedium (7) vom Gaseinlaß (A) zum Gasauslaß (B) gesehen, zunehmend verkleinert ist. Gemäß einer Ergänzung ist eine Regulier Vorrichtung (23) für den Gasdurchsatz zwischen der An- und Abströmseite des Filtermediums (7) angeordnet die vorzugsweise als verstellbares Wandelement ausgeführt ist.

FIG. 2



- 7 -  
PATENTANWÄLTE

## TER MEER-MÜLLER-STEINMEISTER

Beim Europäischen Patentamt zugelassene Vertreter — Professional Representatives before the European Patent Office  
Mandataires agréés près l'Office européen des brevets

Dipl.-Chem. Dr. N. ter Meer	Dipl.-Ing. H. Steinmeister
Dipl.-Ing. F. E. Müller	Siekerwall 7,
Triftstrasse 4,	D-4800 BIELEFELD 1
D-8000 MÜNCHEN 22	

Mü/vL

28. September 1981

MANFRED R. BURGER  
Wolfratshauser Strasse 45j  
D-8023 Pullach  
und  
TRANSBET A.G.  
Bergstrasse 27  
CH-8142 Uitikon-Waldegg

---

Elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von  
Gasen

---

Priorität: 1. Oktober 1980, Bundesrepublik Deutschland,  
Ser.Nr. P 30 37 115.4

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von Gasen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, insbesondere zur Luftreinigung mit einem in ein Filtergehäuse eingebauten mikroporösen Filtermedium insbesondere einem Aktivkohlefilter.

- 2 -

Aus der DE-OS 27 21 528 sowie der DE-OS 28 02 965 sind elektrostatische Luftreinigungsgeräte bekannt, bei denen im Luftstrom zwischen einem Lufteinlaß und einem Luftaustritt im Filtergehäuse ein wenigstens geringfügig leitendes mikroporöses Filtermedium, insbesondere ein Aktivkohlefilter, beispielsweise in Form einer flachen Filterschicht angeordnet ist. Das Aktivkohlefilter ist auf der Luftabströmseite mit dem einen Quellenpol einer Hochspannungsquelle verbunden; der andere Pol dieser Hochspannungsquelle ist an eine Ionisierungsvorrichtung angeschlossen, die beispielsweise in der Form von gespannten Drähten oder dünnen Sägeblättern im Luftstrom vor dem Filtermedium angeordnet ist und die in das Filtergehäuse eintretende verschmutzte Luft ionisiert, bevor diese das Aktivkohlefilter durchsetzt. Das Aktivkohlefilter wirkt als sehr großflächiger zweiter Quellenpol eines elektrostatischen Felds zwischen der Ionisierungsvorrichtung und der Innenfläche des Aktivkohlefilters.

20

Gasreinigungsgeräte dieser bekannten Art zeichnen sich durch einen extrem hohen Wirkungsgrad aus, so daß luftverschmutzende Bestandteile auch in sehr kleiner Partikelgröße weitgehend vollständig und über lange Zeiträume im elektrostatischen Aktivkohlefiltermedium festgehalten werden können.

30

- 3 -

In der Praxis werden die bekannten Luftreinigungsgeräte auf einen variabel einstellbaren Luftdurchsatz von beispielsweise 100 bis 1000 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Für solche Luftdurchsatzmengen ist es, um eine zu starke Geräusch-

5 bildung durch zu starke Druckdifferenz zwischen der An- und Abströmseite des Filters zu vermeiden erforderlich, die Filterquerschnittsfläche auf der An- und Abström-

10 seite des Filters ausreichend groß zu bemessen. Aus diesem Grund werden, um zu große Filtergehäuse zu vermeiden, entweder trommelförmige Filterelemente oder billiger her-

15 stellbare Plattenfilterelemente verwendet, die in Längsrichtung des Filtergehäuses und so angeordnet sind, daß das Gas vom Gaseinlaß am Filtergehäuse zum Gasauslaß im Bereich des Filtermediums umgelenkt wird. Die Ionisierungs-

20 vorrichtung in Form von gespannten Drähten oder zur Erhöhung der Ablösung von Ionen in Form von gespannten Sägeblättern liegt dann in einer Ebene parallel zur Gaseintrittsrichtung und zwischen den Filterplatten. Bei der bekannten elektrostatischen Gasreinigungsvorrichtung ist

25 der Abstand zwischen der Ionisierungsvorrichtung und der Anströmoberfläche des Filtermediums stets konstant, so daß auch die Stärke des elektrostatischen Felds über die gesamte Filterfläche annähernd gleichmäßig verteilt ist. Bei röhrenförmigen Filtern und bei Plattenfilterelementen,

30 die parallel stehen zur Gaszuströmrichtung, liegt die Ionisierungsvorrichtung in der Achse der Filterröhre bzw. in der Mittenebene zwischen einem parallel stehenden Filterplattenpaar bzw. in einer Ebene parallel zur Filterplatte, wenn nur ein Filterplattenelement verwendet wird.

Das in den Innenraum auf der Gasanströmseite des Filtermediums eintretende verschmutzte und zu reinigende Gas enthält Schmutzpartikel, Staub, Bakterien usw., welche durch die vor dem Eintritt des Gases in das Filtermedium liegende Ionisierungsvorrichtung mehr oder weniger stark

- 4 -

ionisiert werden. Die ionisierten Partikel durchlaufen dann unter der Wirkung des elektrostatischen Felds zwischen der Ionisierungsvorrichtung und dem Filtermedium bzw. unter der Wirkung des Lüfters eine mehr oder weniger stark gekrümmte parabelförmige Flugbahn bis sie auf oder in dem Filtermedium landen und durch elektrostatische Kräfte im Filtermedium festgehalten werden. Obwohl die Wirkung der bisher erprobten Filtervorrichtungen dieser Art über lange Zeit ausgezeichnet ist hat sich doch gezeigt, daß eine ungleichmäßige Verteilung der Abscheidung von Schmutzpartikeln über die Fläche des Filtermediums auftritt und zwar eine relativ stärkere Verschmutzung in den Flächenbereichen des Filters, die näher am Gaseinlaß liegen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der größte Teil der Schmutzpartikel unter der Wirkung des elektrostatischen Felds bzw. der Saug- oder Druckwirkung des Lüfters bestrebt ist, auf dem kürzest möglichen Weg die Filteroberfläche zu erreichen. Es ist anzustreben, eine vollkommen gleichmäßige Abscheidung über die gesamte Filterfläche zu erreichen. Auch besteht der Wunsch, die bekannten Geräte insbesondere für eine technisch günstige Serienfertigung möglichst mit standardisierten Bauteilen für einen großen Bereich von Anwendungsmöglichkeiten auszulegen. Auch hier zeigten sich einige Verbesserungswünsche. So ist in Büros und Wartezimmern, auch wenn dort gelegentlich geraucht wird, die Luftverschmutzung relativ gering. Andererseits soll das Luftreinigungsgerät in diesem Anwendungsbereich so leise wie möglich arbeiten und keine störende Geräuschquelle darstellen. Bei Gaststätten und in Kaffeehäusern ist bei starker Besetzung die Raumluftbelastung wesentlich größer. Hier kommt es in erster Linie auf eine rasche effektive Reinigung der Luft von Essensgerüchen, Tabakqualm und dergleichen an; der Geräuschpegel des Luftreinigungsgeräts ist meist von geringerer Bedeutung.

- 5 -

- Noch extremer sind die Verhältnisse in einem Schweißereibetrieb. Hier ist eine rasche Verschmutzung der Raumluft nicht nur mit feinsten Metall- und Rußpartikeln sondern auch mit stark geruchbelästigenden Substanzen zu beobachten. Es kommt auf eine rasche effektive Reinigung der Luft an; der Geräuschpegel des Luftreinigungsgeräts tritt in den Hintergrund, weil andere Lärmquellen weit stärker sind.
- Bei dem Bestreben, die gleichen Baugruppen, wie Ventilatoren (Lüfter), Hochspannungs-Ionisierungseinrichtung, Gehäuse- und Filterelemente für einen großen Bereich von Anwendungsgebieten einzusetzen, um eine möglichst kostengünstige Fertigung zu erzielen, zeigt sich nun, daß sich die Forderungen nach einem möglichst geringen Geräuschpegel (Arztpraxis, Wohn- und Schlafzimerbereich etc.) und die Forderung nach einem möglichst hohen Luftdurchsatz mit sehr hoher Reinigungsqualität (Schweißereibetrieb) mindestens partiell widersprechen. So kann zwar etwa durch eine stufenlose Regulierung der Lüfterleistung die Luftdurchsatzmenge beispielsweise im Verhältnis von 1:4 verändert werden, so daß hinsichtlich eines optimalen Luftdurchsatzes ein weiter Bereich von unterschiedlichen Anwendungsarten abgedeckt werden könnte. Bei großem Luftdurchsatz jedoch steigt unvermeidbarerweise der Geräuschpegel am Lüfter bzw. am Filter an, wenn eine Druckdifferenz von beispielsweise 30mmWs zwischen dem Filterein- und dem Filterauslaß überschritten wird. Es wäre naheliegend, das Problem der Geräuschpegel vom Lüfter her anzugehen, also etwa eine bessere Lagerung für das rotierende Teil des Lüfters, etwa ein Sinterlager oder ein Kugellager vorzusehen oder an Stelle eines Axialgebläses ein Querstromgebläse zu verwenden. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß sich bei vorgegebenem Luftdurchsatz durch solche Maßnahmen der Geräuschpegel nur etwa um 2dB reduzieren

läßt, selbst wenn sehr teure Lüfter mit extrem lauf-  
ruhiger Lagerung verwendet werden. Die wesentliche  
Geräuschquelle liegt bei ansteigendem Luftdurchsatz im  
Bereich des Filters, weil hier erhöhte Luftwirbelkerne  
5 entstehen.

Natürlich könnte daran gedacht werden, für Anwendungs-  
bereiche, wo es auf möglichst geringe Geräuschentwicklung  
bei ausreichend guter Luftreinigung ankommt, eine Filter-  
10 schicht zu verwenden, die eine lockere Packungsdichte des  
aktiven Filtermaterials, also etwa der im ionisierenden  
Hochspannungsfeld liegenden Aktivkohle aufweist. Auch  
bei größerem Luftdurchsatz würde dann der Luftdurchsatz-  
druck am Filtermedium nicht übermäßig ansteigen, so daß  
15 zwischen der Anström- und der Abströmseite der Filter-  
schicht ein Druckunterschied von beispielsweise 15mmWs  
gewährleistet werden kann. Bei diesem geringen Druck-  
unterschied ist noch keine störende Geräuschentwicklung  
zu beobachten. Diese Lösung würde jedoch wiederum die  
20 Fertigung und Lagerhaltung von unterschiedlichen Filter-  
medien erforderlich machen, nämlich solcher mit geringer  
Packungsdichte des aktiven Materials für die Anwendung  
beispielsweise in Wohnräumen, Wartezimmern, Arztpraxen  
etc. und solcher mit hoher Packungsdichte für Anwendungs-  
25 fälle beispielsweise im industriellen Bereich.

Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, Gas-  
reinigungsgерäte insbesondere Luftreinigungsgерäte der  
eingangs erwähnten Art so zu verbessern, daß eine weit-  
30 gehend gleichmäßige Schadstoffabscheidung über die ge-  
samte Filterfläche auftritt und eine einfache und kosten-  
günstige Fertigung möglich wird, so daß die gleichen  
Gerätebaugruppen für die unterschiedlichsten Anwendungs-  
bereiche verwendet werden können.



- 7 -

Eine erfindungsgemäße elektrostatische Filtervorrichtung der vorstehend beschriebenen Gattung weist die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale auf.

5

Vorteilhafte Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

10

Durch die erfindungsgemäße zunehmende Verkleinerung des Abstands zwischen der Ionisierungsvorrichtung, gesehen von der Gasanströmseite aus, wird erreicht, daß die elektrostatischen Feldkräfte vom Eintritt des Gases in den Innenraum des Filters auf der Gasanströmseite vor

15

Eintritt des Gases in das Filtermedium zunehmend größer werden. Dadurch wird zweierlei gewährleistet: Zum einen wird die Schmutzabscheidung über die Filterfläche gleichmäßiger, zum anderen wird etwa bei Verwendung eines Sauglüfters der Unterdruck auf der Außenseite gegen das Ende der Filterbahn zu größer, so daß die Partikel stärker in das Filter hineingezogen werden. Die Krümmungsbahn der Flugparabel der Partikel wird also einerseits durch das stärker werdende elektrostatische Feld und andererseits durch den stärker werdenden Sog stärker gekrümmt,

20

so daß sichergestellt ist, daß praktisch alle Partikel bereits die Filteroberfläche erreicht haben und im Filter verschwunden sind, bevor das Ende der Anströmseite der Filteroberfläche erreicht ist. Damit ist es möglich, auf der Seite der kleineren Querschnittsfläche des Anströmkanals der konisch zulaufenden Filter eine

25

Unterdruckklappe anzuordnen, ohne daß ein nennenswerter Nebenstrom von noch nicht gereinigtem Gas entsteht, weil durch das stärker werdende Feld alle ionisierten Partikel bereits in das Filter eingetreten sind. Der

30

Vorteil eines verstellbaren Wandelements oder eines klappbaren Wandelements (Unterdruckklappe) ist vor allem der,

35

daß das Filter insgesamt mit einer geringeren Druck-  
differenz zwischen der Gasanströmseite und der Gasab-  
strömseite betrieben werden kann, was wesentlich zur  
leiseren Betriebsweise beiträgt bzw. höhere Luftdurch-  
sätze bei gleichem Geräuschpegel ermöglicht. Versuche  
5 haben gezeigt, daß durch diesen Gasnebenstromweg für  
viele Anwendungsfälle bei mittlerer bis geringer Gas-  
verschmutzung (Luftbelastung) keine Beeinträchtigung  
des Filterwirkungsgrads eintritt, andererseits aber eine  
10 deutliche Verminderung des Geräuschpegels erreicht wer-  
den kann, so daß die Filtervorrichtung im Betrieb fast  
geräuschlos arbeitet.

In vorteilhafter Ergänzung kann auf der Gasanströmseite  
15 der elektrostatischen mikroporösen Filterschicht noch  
eine leicht auswechselbare Glasfilter- oder Glasfaser-  
filterschicht vorgesehen sein. Dieses leicht zu reinigende  
Glasfilter ermöglicht eine erheblich größere Betriebs-  
zeit für das mikroporöse Filter, weil größere Schmutz-  
20 partikel durch das Glasfilter abgehalten werden. Dieses  
Glas-Vorfilter empfiehlt sich insbesondere bei in-  
dustrieller Anwendung mit hoher Luftverschmutzung. Das  
Glas-Vorfilter kann leicht ausgewechselt und ausge-  
waschen werden.

25

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden  
nachfolgend unter bezug auf die Zeichnung näher er-  
läutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 in Explosionsdarstellung ein erprobte Aus-  
führungsform eines elektrostatischen Filters  
mit erfindungsgemäßen Merkmalen;

- 9 -

- Fig. 2 die Filtervorrichtung nach Fig. 1 in Draufsicht-Schnitt-darstellung;
- Fig. 3 einen Schnitt, gesehen in Richtung der Pfeile an der Linie III/III in Fig. 2;
- 5 Fig. 4 das Filtermedium in vergrößerter Teilschnitt-darstellung;
- Fig. 5 das Filtermedium gemäß Fig. 4 in Verbindung mit einer weiteren Vorfilterschicht;
- 10 Fig. 6 die schematische Perspektivdarstellung eines rohrförmigen Aktivkohlefilters und einer konzentrisch angeordneten Ionisierungsvorrichtung, die in Kombination das erfindungsgemäße Prinzip verwirklichen;
- Fig. 7 eine andere Lösungsmöglichkeit zur Verwirklichung des erfindungsgemäßen Prinzips;
- 15 Fig. 8 in schematischer Darstellung ein elektrostatisches Filter gemäß der Erfindung mit einer zusätzlichen Reguliervorrichtung für den Luftdurchsatz und
- Fig. 9 andere Ausführungsformen der Reguliervorrichtung und 10 für den Luftdurchsatz.

20

Einander entsprechende Teile sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugshinweisen gekennzeichnet.

25

Die auseinandergezogene Perspektivdarstellung der Fig. 1 sowie die Schnitt-darstellungen der Figuren 2 und 2 zeigen ein Luftreinigungsgerät mit einem Filtergehäuse 1, das auf der Eintrittseite A für die ungereinigte Luft sowie auf der Austrittseite B für die gereinigte Luft mit einer gitterartigen Sichtblende 2 versehen ist. Auf die Sicht-

30 blende 2 folgt ein geerdetes Schutzgitter 3 bevor die Luft unter der Saugwirkung eines oder mehrerer Lüfter 5 in den Innenraum 12 zwischen insgesamt vier plattenartigen Aktiv-

- 10 -

kohlefilterelementen 7 eintritt. Halte- und Traggriffe auf der Oberseite des Geräts sind mit Bezugshinweis 4 angegeben. Die obere Abdeckwand des Gehäuses 1 ist in einen mit dem übrigen Gehäuse fest verbundenen Wandabschnitt 13a sowie in ein herausnehmbares Wandteil 13b unter-

5 teilt, der mittels Schraubelementen 14 oder dergleichen am Innenrahmen 15 des Gehäuses 1 fixierbar ist. Mit dem herausnehmbaren Wandteil 13b ist ein Halte- und Führungsrahmen 16 für die Plattenfilterelemente 7 verbunden, der bei eingeschobenen Plattenfilterelementen 7 den nur auf der Luftan-

10 strömseite A offenen Innenraum 12 umgrenzt. Der Halte- und Führungsrahmen 16 weist auf der Luftanströmseite A ein vorderes Rahmenteil 17 auf, dem auf der gegenüberliegenden Seite eine Abschlußplatte 11 gegenübersteht. Unterseitig sind das vordere Rahmenteil 17 und die Abschlußplatte 11

15 durch eine Bodenplatte 19 miteinander verbunden, die in Längsrichtung des Filtergehäuses verlaufende Führungsschienen 18a trägt, denen oberseitig entsprechende Führungsschienen 18b gegenüberstehen, die an einer Isolierplatte 19 befestigt sind, welche mit dem oberen herausnehmbaren Gehäuse-

20 wandteil 13b verbunden, beispielsweise verschraubt oder verklebt ist. Bei in die Führungsschienen 18a, 18b eingeschobenen Filterplattenelementen 7 bildet der Halte- und Führungsrahmen 16 mit dem vorderen Rahmenteil 17, der Bodenplatte 19, der oberen Isolierplatte 20 und der am herausnehmbaren oberen Wandteil 13b befestigten oberen Iso-

25 lierplatte 20 eine aus dem Filtergehäuse 1 nach oben herausziehbare Filtereinheit. Diese Filtereinheit ist im Gehäuse 1 in Führungsschienen 6 bzw. 21 gehalten, wobei die Führungsschiene 6 mit den vertikalen Außenkanten der Abschlußplatte

30 11 und die Führungsschienen 21 mit den vertikalen Außenkanten des vorderen Rahmenteils 17 zusammenwirken, wie die Fig. 2 gut erkennen läßt. In der vertikalen Mittenebene der

- 11 -

- herausnehmbaren Filtereinheit befindet sich die Ionisierungsvorrichtung, welche im Ausführungsbeispiel der Figuren 1 bis 3 aus in Vertikalrichtung verlaufenden gespannten einzelnen Sägeblattelementen 8 besteht. Diese Sägeblattelemente 8 sind über kleine Zugfedern 9 zwischen einer an der Bodenplatte 19 befestigten unteren Schiene 10 und einer mit der oberen Isolierplatte 20 verbundenen oberen Schiene 22 gespannt. Die Verwendung von Sägeblattelementen ergibt eine robuste vibrationsfreie Konstruktion für die Ionisierungsvorrichtung und gewährleistet durch die zahlreichen spitzen Sägezahnkanten einen hohen Ionisierungsgrad für die in den Innenraum der Filtereinheit einströmende verschmutzte Luft.
- Wie die Figuren 2 und 3 gut erkennen lassen, verlaufen die Führungsschienen 18a und 18b und damit auch die Flächen der Filterelemente 7 nicht genau parallel zur Längsachse des Geräts bzw. nicht parallel zu den Gehäusewandflächen des Gehäuses 1. Wie die Fig. 2 am deutlichsten zeigt, sind die Führungsschienen 18a, 18b um einen Winkel  $\alpha$  gegen die horizontale bzw. gegen die Längsachse des Gehäuses 1 schräggestellt, so daß sich auf der Lufteinströmseite A ein größerer Querschnitt des Innenraums zwischen den Filterelementen 7 ergibt als auf der Anströmseite A gegenüberliegenden und durch die Abschlußplatte 11 verschlossenen Seite des Innenraums 12. Die Filterplattelemente 7 stehen also um den Winkel  $\alpha$  versetzt schräg im Filtergehäuse 1. Durch diese Schrägstellung der Filterplattelemente 7 verengt sich einerseits der Strömungsquerschnitt von der Lufteinlaßseite A bis zur Abschlußplatte 11, andererseits aber wird der Abstand  $\ell$  zwischen den Sägeblattelementen 8 und der Luftanströmfläche der Filterplattelemente 7 laufend kleiner, d.h. der größte Wert für  $\ell$  ergibt

- 12 -

sich für das dem Lufteinlaß A bzw. dem Schutzgitter 3 am nächsten liegende Sägeblattelement, während der Abstand beim letzten, am nächsten bei der Abschlußplatte 11 stehenden Sägeblattelement am geringsten ist.

- 5 Durch diese Schrägstellung der Filterplattenelemente 7 im Filtergehäuse 1 wird zweierlei erreicht: Es entsteht zum einen ein vom Lufteinlaß A bis zur Abschlußplatte 11 zunehmend stärkerer Sog auf der stromab liegenden Seite der Filterelemente 7 bzw. ein entsprechender Druck im Innenraum 12, so daß sich die im Luftstrom enthaltenden Schmutzpartikel auf einer im Innenraum 12 zunehmend stärker gekrümmten Bahn bewegen. Entsprechendes gilt andererseits für das elektrostatische Feld, das zwischen den Sägeblättern 8 der Ionisierungsvorrichtung und den Filterelementen 7 existiert. Die Feldkräfte werden vom Einlaß A bis zur Abschlußplatte 11 zunehmend stärker, so daß praktisch alle Schmutzpartikel, die durch das Schutzgitter 3 in den Innenraum 12 eintreten, in den Filterelementen 7 verschwinden sind, bevor die Luftströmung das hintere Ende des Raums 12, d.h. die Abschlußplatte 11 erreicht hat. Durch diese Schrägstellung der Filterelemente 7 wird der Wirkungsgrad des Gasreinigungsgäräts deutlich verbessert.

- 25 In Verbindung mit den erläuterten Vorteilen aufgrund der Schrägstellung der Filterplattenelemente 7 ergibt sich als weitere vorteilhafte Ergänzung die Möglichkeit, einerseits den Luftdurchsatz auf die jeweils gewünschten und optimalen Verhältnisse für den Einsatzort anzupassen und gleichzeitig eine ganz wesentliche Verminderung der Geräuschbildung zu erreichen. Zu diesem Zweck sind die durch die Filterelemente 7 gebildeten Wandflächen des Innenraums 12 am hinteren Ende, d.h. angrenzend an die Abschlußplatte 11 zu beiden Seiten

- 13 -

um jeweils ein verschiebbares und herausnehmbares Wandelement 23 ergänzt, wobei in Fig. 2 das eine Element 23 eingesetzt dargestellt ist, während auf der gegenüberliegenden Seite das entsprechende Element 23 entfernt ist.

- 5 Zur Regulierung des Luftdurchsatzdrucks an den Filterelementen 7 kann das eine oder das andere oder können beide Wandelemente 23 entfernt sein. Mit dieser Verstelleinrichtung für den Luftdurchsatzdruck kann außerdem der Pegel einer möglichen Geräuschentwicklung auf einen gewünschten Wert  
10 eingestellt werden. Die Geräuschentwicklung im Filter hängt nämlich - wie oben erwähnt - in erster Linie vom Luftdurchsatzdruck an den Filterelementen 7 ab. Für die Anwendung des Filter in Wohn- und Schlafräumen, in Büros, Arztpraxen und dergleichen wird man, auch bei einer möglichen Regulierung des Luftdurchsatzes über eine Steuerung der Leistungsaufnahme der Lüfter 5, die Verstelleinrichtung also  
15 die Wandelemente 23 so in die Führungsschienen 18a, 18b einschieben und arretieren, daß bei maximalem Luftdurchsatz ein Luftdurchsatzdruck zwischen der Anströmseite und der Abströmseite der Filterelemente 7 von höchstens 20 mm  
20 Wassersäule gegeben ist. Für Anwendungsbereiche mit starker Luftverschmutzung dagegen, etwa für stark frequentierte Gaststätten, für Großküchen, für Schweißereibetriebe etc. wird man die Wandelemente 23 ganz oder wenigstens soweit  
25 einschieben, daß der gesamte Luftdurchsatz auch bei voller Leistung der Lüfter 5 im wesentlichen vollständig durch die Filterelemente 7 hindurchtreten muß.

- 30 Versuche mit der neuartigen Reguliervorrichtung für den Luftdurchsatzdruck mittels der verschiebbaren Wandelemente 23 haben ergeben, daß sich stets eine sehr gute Luftreinigung gewährleisten läßt, auch wenn über die ganz oder teil-

- 14 -

weise herausgezogenen Wandelemente 23 ein Luftnebenweg gegeben ist. Aus den oben erläuterten Gründen wird durch die Schrägstellung der Filterelemente 7 und durch die damit gegebene stärkere Krümmung der Flugbahn der ionisierten Schmutzpartikel erreicht, daß praktisch alle luftverschmutzenden Bestandteile in den Filterelementen 7 ver-  
5 verschwunden sind, bevor, gesehen vom Lufteintritt A aus, das hintere Ende des Raums 12 erreicht ist.

In der aus der DE-OS 28 02 965 bekannten Weise sind die  
10 die Ionisierungsvorrichtung bildenden Sägeblattelemente 8 mit dem einen Pol, beispielsweise dem Minuspol einer Gleich-Hochspannungsquelle 24 verbunden, die in Fig. 2 nur schematisch durch einen Block veranschaulicht ist. Der Aufbau der elektrischen Schaltung der Hochspannungsquelle 24  
15 ist von herkömmlicher Bauart. Der andere Pol der Hochspannungsquelle 24, beispielsweise der Pluspol ist mit der stromab liegenden Oberfläche der Filterelemente 7 direkt, d.h. galvanisch verbunden. Wie in der DE-OS 28 02 965 erläutert, wird durch diesen stromabseitig liegenden Anschluß  
20 der im übrigen im Gehäuse 1 elektrisch isoliert gehaltenen Filterelemente 7 eine weitgehend vollständige Felddurchsetzung der Filterelemente 7 erreicht, d.h. das ionisierende und elektrostatisch anziehende Feld erstreckt sich zwischen den Sägeblattelementen 8 der Ionisierungsvorrichtung und der  
25 gesamten Innenfläche der aus Aktivkohle bestehenden Filterelemente 7.

Die Fig. 3 läßt erkennen, daß die den Halte- und Führungsrahmen 16 mit dem Gehäusewandteil 13b bildende herausnehmbare Filtereinheit im eingeschobenen Zustand unterseitig  
30 über zwei Steckverbindungen 25 kontaktiert wird, über welche



- 15 -

der Anschluß der Ionisierungsvorrichtung mit den Sägeblatt-  
elementen einerseits und der stromab liegenden Seite der  
Filterplattenelemente andererseits erfolgt. Wird die Filter-  
einheit aus dem Gehäuse 1 herausgezogen, so wird die Hoch-  
spannungsverbindung über die Steckverbindung 25 automatisch  
5 unterbrochen. Gleichzeitig erfolgt über einen in den Zeich-  
nungen nicht darstellte Kurzschlußschaltverbindung mit einem  
Mikroschalter der Kurzschluß der Hochspannung, so daß auch evtl.  
statische Aufladungen vollständig beseitigt sind, bevor die  
10 Filtereinheit aus dem Gehäuse 1 herausgezogen werden kann.

Der Winkel  $\alpha$ , um den die Filterplattenelemente 7 im Ge-  
häuse 1 in der dargestellten Weise gegen die Horizontale  
schräggestellt sind, liegt zwischen 1 und ca 15°, vorzugs-  
15 weise bei etwa 4 bis 7°.

Die Figuren 4 und 5 zeigen zwei unterschiedliche Varianten  
für den Aufbau der Filterelemente 7. Bei der Fig. 4, wel-  
che eine vergrößerte Teilschnittdarstellung eines der Plat-  
tenfilterelemente 7 zeigt, ist das aus granuliertem Aktiv-  
20 kohlmateriale bestehende Filtermedium F zwischen zwei Deck-  
schichten eingeschlossen, von denen die der Einlaßseite A,  
also auf der stromauf liegenden Seite vorgesehene perforierte  
Deckschicht 26 aus einem Isoliermaterial, beispielsweise aus  
25 harzgetränktem Papiermaterial besteht, während die auf der  
stromab liegenden Seite B angeordnete perforierte Deckschicht  
27 aus Metall, beispielsweise aus vergütetem Eisenblech oder  
perforiertem Aluminiumblech besteht. Wie dargestellt, ist  
der eine Pol der Hochspannungsquelle 24, also beispielsweise  
30 der Pluspol mit der stromab liegenden metallischen Deck-  
schicht 27 unmittelbar, d.h. galvanisch verbunden.

Das in Fig. 5 gezeigte Filterelement 7 entspricht in seinem

- 16 -

Aufbau vollständig jenem der Fig. 4 mit dem einzigen Unterschied, daß auf der stromauf liegenden Seite A als Ergänzungsmaßnahme eine relativ dünne Vorfilterschicht 28 aus einem gasdurchlässigen Glasmaterial liegt. Diese Vor-  
5 filterschicht 28 kann unabhängig von den Filterelementen 7 in den Führungsschienen 18a, 18b gehalten und geführt sein und im Bedarfsfall ausgewechselt bzw. ausgewaschen werden. Die Glasfilterschicht 28 wirkt dann bei starker  
10 Raumlufthbelastung als Vorfilter, durch das eine längere Standzeit der Aktivkohlefilterelemente 27 gewährleistet werden kann.

Die Figuren 6 und 7 zeigen zwei alternative Ausführungs-  
formen für den Fall von Rundfilterelementen 7'. Im Falle  
15 der Fig. 6 verläuft in der Achse des zylindrischen Aktivkohlefilterelements 7' die Ionisierungsvorrichtung, welche in etwa gleichen Abständen mit scheibenförmigen Ionisierungselementen 8' besetzt ist, welche kreisförmige Sägeblattelemente, Rundbürstenelemente oder dergleichen sein können.  
20 Bei der Fig. 6 nimmt der Durchmesser des Filterelements 7' von der vorderseitigen Anströmseite A zum hinteren Ende kontinuierlich ab, so daß die gleiche Wirkung erzielt wird, wie mit der Schrägstellung der Filterplattenelemente 7 bei der Ausführungsform der Erfindung nach den Figuren 1 bis 3.

25 Bei der Fig. 7 ist der Durchmesser des Filterelements 7' über die gesamte Länge dieses Elements konstant, jedoch nimmt der Durchmesser der Ionisierungselemente 8' von der Anströmseite A bis zum hinteren Ende laufend zu, so daß  
30 die Kräfte des elektrostatischen Felds, welches auch hier zwischen der Ionisierungsvorrichtung 8' und dem Filterelement 7' besteht, von der Anströmseite A zum hinteren Ende laufend ansteigen.

Die Figuren 8 bis 10 zeigen verschiedene Ausführungsmöglichkeiten der Reguliervorrichtung für den Luftdurchsatzdruck. Bei der Ausführungsform nach Fig. 8 ist die hintere Abschlußplatte 11 durch eine verschwenkbare oder verdrehbare Klappe 30 ersetzt. Mit dieser verschwenkbaren Klappe kann - je nach Einsatz und Anwendungsbereich des Filters - wiederum ein gewünschter Luftdurchsatzdruck eingestellt werden, wobei gleichzeitig der Pegel einer möglichen Geräuschentwicklung je nach Öffnungsgrad der Klappe 30 vermindert oder erhöht wird.

Bei der Lösung nach Fig. 9 besteht die Verstelleinrichtung für den Luftdurchsatz aus einem an ihrem unteren Ende verschwenkbar gelagerten Plattenelement 31. An einer Skala 32 kann der Verschwenkwinkel des Plattenelements 31 abgelesen werden, so daß je nach Anwendungsbereich ein Einstellwinkel für das Plattenelement 31 vorgegeben werden kann, den der Gerätebenutzer selbst auf einfache Weise einstellen kann.

Die Fig. 10 zeigt eine andere sehr einfache Lösungsmöglichkeit für die Verstelleinrichtung für den Luftdurchsatz, die im wesentlichen aus einer in vorgefertigten Nuten 33 geführten und gehaltenen Verstellplatte 34 besteht. Der Luftdurchsatznebenweg kann dann durch Einstellung des Abstands der Verstellplatte 34 vom Filterelement 7 aus festgelegt werden.

Die Lösungen nach den Figuren 9 und 10 lassen erkennen, daß die Erfindung sich auch bei Verwendung nur eines einzigen Filterplattenelements 7 verwirklichen läßt. Dieses Filterplattenelement 7 ist ebenfalls in Bezug auf die Gehäusewände im Gehäuse schräggestellt, so daß sich der Abstand zwischen der Anströmfläche des Filterplattenelements 7 und den Säge-

- 18 -

zahnblättern 8 der Ionisierungsvorrichtung von der Anströmseite A zum verstell- oder verschwenkbaren Plattenelement 31 bzw. 34 laufend verringert.

- 5 Mit der Erfindung wurde eine deutliche Verbesserung des Wirkungsgrads von elektrostatischen Filtereinrichtungen mit im Hochspannungsfeld liegenden mikroporösen Filtermedien erreicht, und zwar im wesentlichen durch eine zunehmende Verengung des Anströmkanals für das zu reinigende Gas
- 10 vor Eintritt in das Filtermedium. Durch eine zusätzliche Verstelleinrichtung kann der Luftdurchsatzdruck reguliert werden, so daß die Filtervorrichtung mit geringerer Geräuschentwicklung betrieben werden kann.
- 15 Die Erfindung ermöglicht für ein weites Feld von Einsatzmöglichkeiten die Verwendung der gleichen Baugruppen, wie Gehäusefilterelemente, Hochspannungseinrichtungen, Lüfter usw., so daß eine günstige Fertigung erreicht werden kann.

- 19 -

## PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von Gasen mit

- 5 - einem in ein Filtergehäuse zwischen einem Gaseinlaß und -auslaß in den Gasströmungsweg eingebauten mikroporösen Filtermedium mit wenigstens geringer elektrischer Leitfähigkeit, das auf das Gasabströmseite an einen Quellenpol einer Gleich-Hochspannungsquelle angeschlossen und so in das Filtergehäuse eingebaut ist, daß die Gasströmung umgelenkt wird,
- 10 - einer mit dem anderen Quellenpol der Gleich-Hochspannungsquelle verbundenen Ionisierungsvorrichtung zur wenigstens teilweisen Ionisierung des Gases vor Eintritt in das Filtermedium sowie mit
- 15 - einem Lüfter, der das Gas durch das Filtergehäuse hindurchfördert,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Abstand ( $\mathcal{L}$ ) zwischen der Ionisierungsvorrichtung (8) und der Eintrittsfläche des Gases in das Filtermedium (7) vom Gaseinlaß (A) zum Gasauslaß (B) gesehen, zunehmend  
20 verkleinert ist.

2. Filter nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Querschnittsfläche des Gasströmungskanals im Bereich  
25 des Filtermediums auf der stromauf liegenden Seite des Filtermediums (7) vom Gaseinlaß (A) aus in Gasströmungsrichtung gesehen zunehmend verjüngt ist.

- 20 -

3. Filtervorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß bei  
gleichbleibender Querschnittsfläche des Gasströmungskanals  
im Bereich des Filtermediums (7) vom Gaseinlaß aus gesehen  
der Querschnitt der Ionisierungselemente (8') der Ionisie-  
rungsvorrichtung zunehmend größer ist (Fig. 7).
4. Filtervorrichtung nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das  
Filtermedium (7') in Form eines sich verjüngenden Rohres  
gestaltet ist, in dessen Achse die Ionisierungsvorrichtung  
(8') verläuft, wobei der größere Rohrquerschnitt der Gas-  
einlaßseite (A) zugekehrt ist.
5. Filtervorrichtung nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das  
Filtermedium aus mindestens zwei sich gegenüberstehenden  
Aktivkohlefilterplatten (7) besteht deren gegenseitiger  
Abstand vom Gaseinlaß (A) aus gesehen in Strömungsrichtung  
zunehmend verkleinert ist und daß die Ionisierungsvorrichtung  
aus Ionisierungsdrähten, Sägeblattelementen (8) oder der-  
gleichen besteht, die in der Mittenebene zwischen den  
Filterplatten gespannt sind.
6. Filtervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine Einrichtung  
zur ergänzenden Regulierung des Gasdurchsatzdrucks mit  
einem zwischen der An- und Abströmseite des Filtermediums  
(7) angeordneten verstellbaren Wandelement (23; 30; 31; 34),  
das in einer geöffneten Stellung einen Nebenstromweg für den  
Gasstrom im Filtergehäuse (1) freigibt, während in einer  
Schließstellung im wesentlichen der gesamte Gasstrom im  
Filtergehäuse das Filtermedium passiert.

- 21 -

7. Filtervorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß das  
verstellbare Wandelement als schwenkbare Klappe (30;  
31) ausgebildet ist.
8. Filtervorrichtung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die  
Klappenstellung in unterschiedlichen Winkelpositionen  
arretierbar ist.
9. Filtervorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß das  
verstellbare Wandelement ein verschiebbares Platten-  
element (23; 34) ist:
10. Filtervorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß das  
Plattenelement (23; 34) in unterschiedliche Gasnebenstrom-  
Durchtrittsquerschnitte freigebenden Positionen arretierbar  
ist.
11. Filtervorrichtung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß das  
verstellbare Wandelement (23) ein einsetzbares Platten  
element ist.
12. Filtervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
gekennzeichnet durch eine Vorfilter-  
schicht (28) aus einem luftdurchlässigen Glasmaterial, die  
auswechselbar vor der Anströmfläche des Filtermediums (7)  
angeordnet ist.

FIG. 1

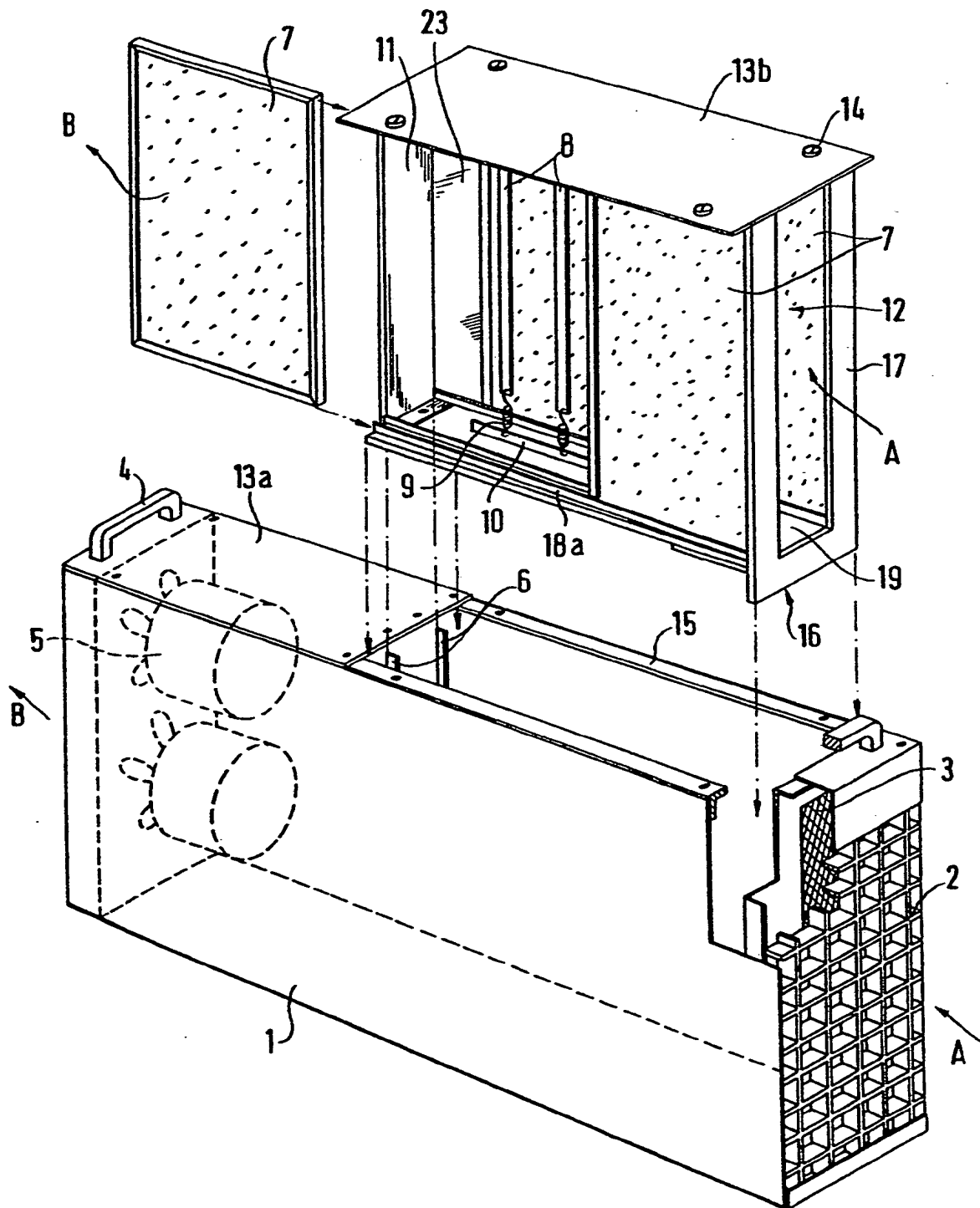




FIG. 2

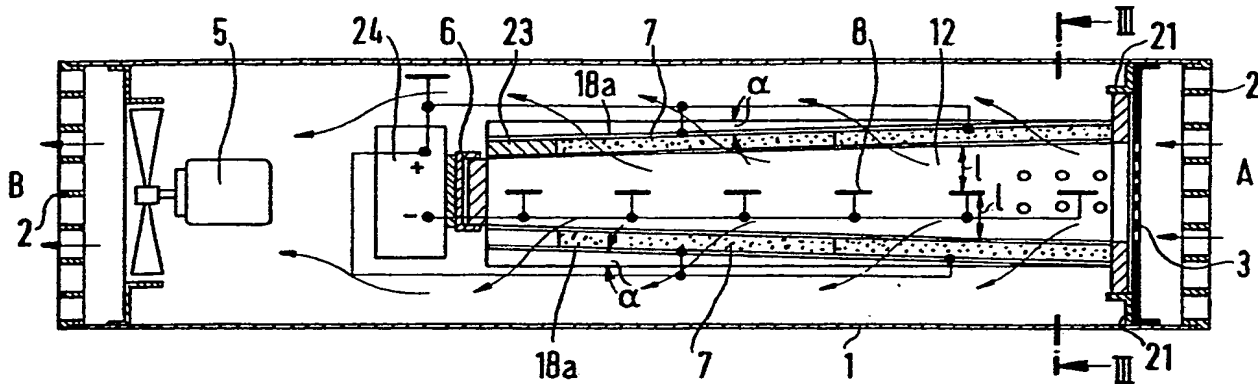


FIG. 3

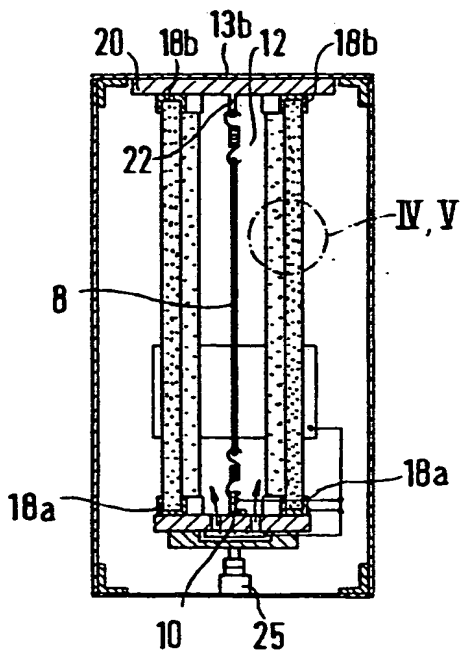


FIG. 4

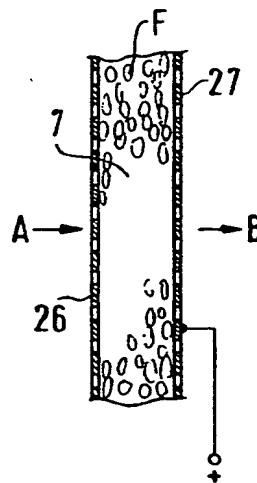


FIG. 5

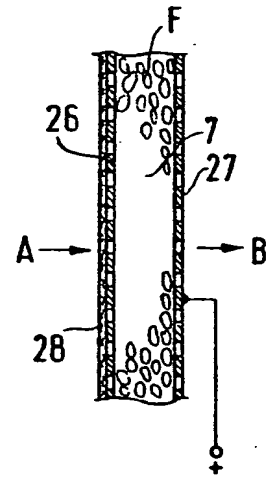


FIG. 6

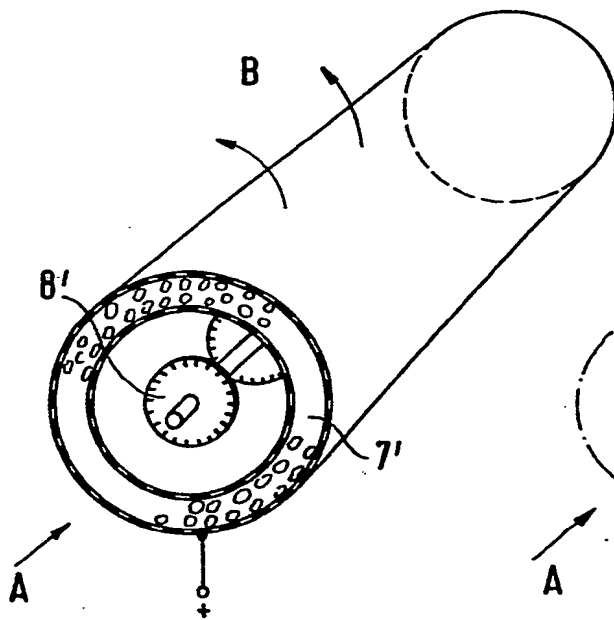


FIG. 7

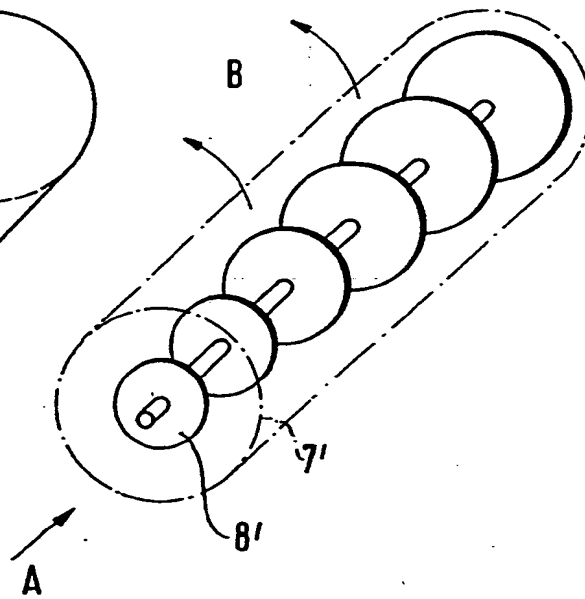


FIG. 8

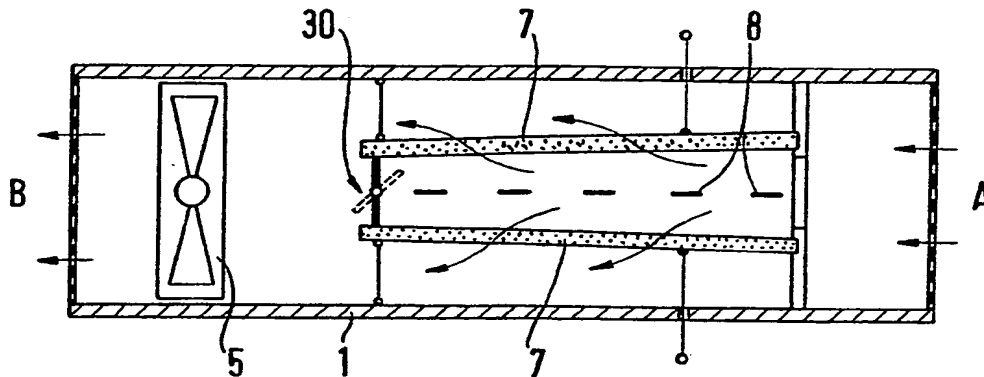


FIG. 9

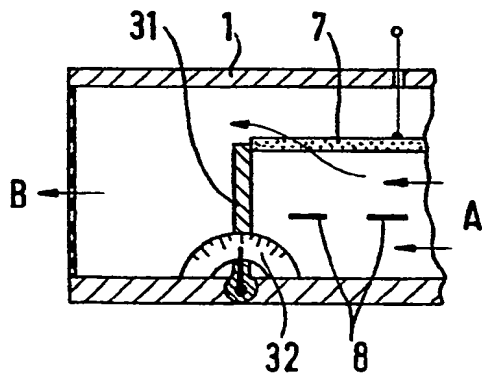
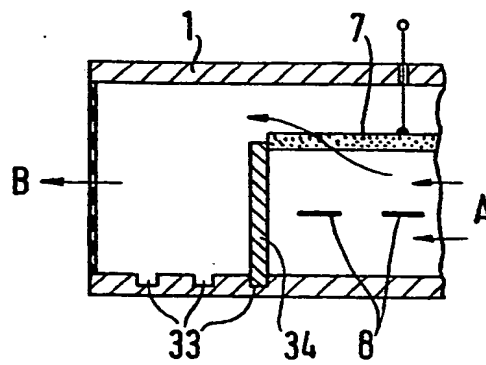


FIG. 10



19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

0 049 454  
A3

12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81107704.9

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: B 03 C 3/14, B 03 C 3/36  
// B01D46/12

22 Anmeldetag: 28.09.81

30 Priorität: 01.10.80 DE 3037115

71 Anmelder: Burger, Manfred R., Wolfratshauer  
Strasse 45j, D-8023 Pullach (DE)  
Anmelder: TRANSBET A.G., Bergstrasse 27,  
CH-8142 Uitikon-Waldegg (CH)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 14.04.82  
Patentblatt 82/15

72 Erfinder: Burger, Manfred R., Wolfratshauer  
Strasse 45j, D-8023 Pullach (DE)

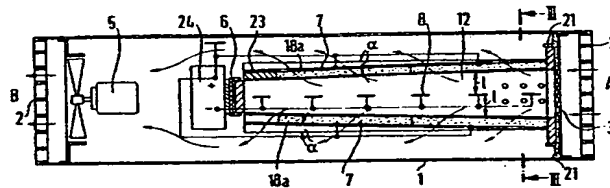
84 Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI LU  
NL SE

88 Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: 09.06.82 Patentblatt 82/23

74 Vertreter: Ter Meer-Müller-Steinmeister Patentanwälte,  
Triftstrasse 4, D-8000 München 22 (DE)

## 54 Elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von Gasen.

57 Die elektrostatische Filtervorrichtung zur Reinigung von Gasen mit einem in ein Filtergehäuse (1) zwischen einem Gaseinlaß (A) und -auslaß (B) in den Gasströmungsweg eingebauten, wenigstens halbleitenden mikroporösen Filtermedium (7) weist eine Hochspannungsquelle auf, deren einer Quellenpol auf der Gasabströmseite unmittelbar an das Filtermedium angelegt ist und dessen anderer Quellenpol mit einer Ionisierungsvorrichtung (8) zur wenigstens teilweisen Ionisierung des Gases vor Eintritt in das Filtermedium (7) versehen ist. Um eine gleichmäßige Ablagerung der zu entfernenden Schmutzpartikel, Bakterien usw. über die gesamte Fläche des Filtermediums zu erreichen, ist vorgesehen, daß der Abstand (1) zwischen der Ionisierungsvorrichtung (8) und der Eintrittsfläche des Gases in das Filtermedium (7) vom Gaseinlaß (A) zum Gasauslaß (B) gesehen, zunehmend verkleinert ist. Gemäß einer Ergänzung ist eine Regulierungsvorrichtung (23) für den Gasdurchsatz zwischen der An- und Abströmseite des Filtermediums (7) angeordnet, die vorzugsweise als verstellbares Wandelement ausgeführt ist.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0049454

EP 81 10 7704

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 1)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>US - A - 3 999 964</u> (A.W. CARR)  * Patentansprüche 1,2; Spalte 2, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 37; Figur 1 *	1,2	B 03 C 3/14 3/36// B 01 D 46/12
A	<u>GB - A - 892 908</u> (ZAVODY NA VYROBU VZDÚCHOTECHNICKÝCH ZARÍZENÍ et al.)  * Patentansprüche 1,2; Seite 1, Zeilen 54-76; Figur 2 *	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 1)
A	<u>DE - A - 1 632 442</u> (J. DUNGLER)  * Patentansprüche 1,2,3,8; Figur *	1,2	B 03 C
A	<u>DE - B - 1 457 264</u> (AMERICAN AIR FILTER CO.)  * Spalte 4, Zeile 67 - Spalte 5, Zeile 6; Figur 7 *	1,2	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	10.03.1982	DECANNIERE	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**